

# 双碳目标下煤化工产业若干问题的探讨

## Discussion on Some Problems of Coal Chemical Industry under Double Carbon Target

张向沛

Xiangpei Zhang

河南能源化工集团鹤壁化工分公司 中国·河南 鹤壁 458000

Hebi Chemical Branch, Henan Energy and Chemical Group, Hebi, Henan, 458000, China

**摘要:** 根据中国当下煤化工产业布局和技术的发展的现状, 结合煤化工行业碳排放数据, 探讨了几种降低碳排放的方法, 通过调整工艺路线、优化下游产品结构、外购绿色电力、与新能源制氢产业联合等手段, 来实现煤化工产业的减排, 并探索了在双碳目标下, 中国煤化工的产业结构优化和发展方向。

**Abstract:** According to our country the status quo of layout and the development of technology of coal chemical industry, coal chemical industry carbon emissions data, this paper discusses the several ways of reducing carbon emissions, by adjusting the process route, optimizing the structure of downstream products, outsourcing green electricity, and associated with new energy hydrogen production industry, to achieve the reduction of coal chemical industry, and explores the under double carbon targets, Industrial structure optimization and development direction of coal chemical industry in China.

**关键词:** 双碳; 煤化工; 减排

**Keywords:** double carbon; coal chemical industry; emissions reduction

**DOI:** 10.12346/etr.v4i5.5629

## 1 引言

中国煤资源比较丰富, 据中国第三次煤田勘探资料, 中国煤炭资源总量为 55697 亿吨, 其中已探明储量为 10176 亿吨, 预测储量为 45521 亿吨。在探明储量中, 在产在建井占用储量约为 1916 亿吨, 尚未利用的煤炭储量为 8260 亿吨。中国在探明的一次能源资源总量中, 煤炭占比超过 94%, 石油和天然气资源一共占比还不足 6%。根据 BP 发布的统计数据, 中国煤炭可采储量占世界的 13.3%, 石油可采储量仅占世界的不足 1%, 天然气可采储量约占世界的 1.7%, 油气供应受制于人<sup>[1]</sup>。基于此, 一直以来中国能源利用以煤炭为主, 并大力发展煤化工产业。

2020 年 9 月, 在第 75 届生物多样性峰会上, 中国提出 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和, 即“双碳”目标。在现阶段, 中国煤炭主要有以下两种利用方式: 一是大量作为燃料, 直接燃烧发电; 二是少量作为原料, 用来制备化工产品。其中电力用煤占比分别约为 57%、钢铁用煤占比

别约为 16%、建材用煤占比分别约为 10%、化工用煤占比分别约为 8%<sup>[2]</sup>。

## 2 当前中国煤化工产业发展及碳排放现状

### 2.1 煤化工技术发展概述

煤化工是指采用煤炭为原料, 生产能源和化学品的高效清洁加工转化技术, 主要分煤焦化、煤气化和煤液化三大类。

#### 2.1.1 煤焦化

煤焦化即煤的干馏, 是将煤炭隔绝空气加热分解而产出化工材料。煤焦化工业开始得最早, 也是发展最完善的煤化工产业。中国煤焦化工业起步也较早, 产品和产业的发展也已达到了国际领先的水平<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 煤气化

煤气化是通过将煤炭在高温下与蒸汽反应, 将其转化为合成气。改变气化反应条件或改变采用不同的气化方法, 可以改变有效气的组分, 再通过下游装置得到各种化学品。煤

【作者简介】张向沛 (1982-), 男, 中国河南洛阳人, 硕士, 工程师, 从事煤化工、煤气化领域的研究。

气化主要应用于生产城市煤气、煤气化合成氨技术、煤气化制甲醇、乙二醇等领域。

### 2.1.3 煤液化

煤液化是将煤炭中的有机物分解或制备成流体产物，分直接液化和间接液化两种：直接液化是在高温条件下将煤炭加氢，产出液体产品的工艺。间接液化通过煤气化过程产生合成气，并在催化剂的作用下产出液态烃类的工艺。

## 2.2 中国煤化工产业现状

目前，中国煤化工产业有以下四类：煤制天然气、煤制油、煤制烯烃和煤制乙二醇。煤化工还带动了空分、煤气化、合成油品、专业泵阀制造、大型压缩机等行业的蓬勃发展。截至 2020 年，中国四大类投产项目累计完成投资 6060 亿元，产出产品 2647 万吨，煤制天然气和煤制烯烃的开工率均在 90% 以上，煤制油和煤制乙二醇的开工率也在 60% 左右，年转化煤炭 9400 万吨（折标煤）。

## 2.3 中国煤化工技术发展现状

近年来，中国通过开展多层次的技术研发和全方位的工程实践，使得煤化工产业迅速发展，技术领域取得了很大的成就：比如煤气化、煤制乙二醇、煤制烯烃、甲醇制烯烃、煤制芳烃、煤制油、费托合成技术均达到了世界先进水平。尤其是在煤液化方面，中国研发出的高活性催化剂，能实现用煤炭制备汽柴油和航空煤油的工艺。

不仅如此，近年来中国煤化工设备的大型化、国产化程度也进一步增强，4000 吨/d 的多喷嘴对置式水煤浆气化炉、10 万标方/时的空分装置、40 万标方/时的气体净化分离装置、重达 2000 吨的大型 F-T 合成反应器、大型往复压缩机已实现国产化。当前，中国煤气化技术市场份额已经在 60% 以上实现了国产化，煤化工装备的自给率也达到 90%。

与此同时，煤化工装置的运行水平也有了明显提升，百万吨级煤直接液化项目、四百万吨级煤间接液化项目和多套煤制甲醇、煤制乙二醇和煤制烯烃项目实现了安稳长满优运行，与此同时，能耗、水耗和物耗持续降低，三废排放量也在不断降低，这对于推动煤化工产业发展、保障能源安全供应和构建国家能源多元化体系都有着具有举足轻重的作用。

## 2.4 中国当前煤化工碳排放强度和排放总量

煤化工是高碳产业，统计显示，中国煤化工产业在 2020 年共消费煤炭（含焦炭）9.3 亿吨、碳排放量 5.5 亿吨，占总碳排放量的 3.8%。其中工业生产过程直接排放占 88%，电力间接排放占 12%。

不同煤化工技术路线的单位产品的碳排放指标如表 1 所示。

煤化工装置的碳排放主要有两个方面，一是工艺过程中的排放，以煤制甲醇为例，合成气中氢碳比通常较低，因此在变换单元调节氢碳比，产生了 CO<sub>2</sub>；二是用作燃料煤在

锅炉内燃烧，为装置提供电力和蒸汽，不同技术路线的碳排放比例详见表 2。

表 1 不同煤化工技术路线的单位产品的碳排放指标

技术路线	煤直接液化	煤制甲醇	煤制乙二醇	煤制烯烃	煤制天然气
能量利用效率 %	51-56	54	30	-	56-60
煤耗 (t 标煤/t 产品)	4.2	1.4	2.4	4.6	2.5t/km <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> 排放量 (tCO <sub>2</sub> t 产品)	8.4	2.8-3	6	11	4.4t/km <sup>3</sup>
碳利用率, %	23	32	19	22	33
吨标煤的 CO <sub>2</sub> 排放值, t/tce	2.39	2.12	2.51	2.52	2.18

表 2 不同技术路线的碳排放比例

技术路线		煤直接液化	煤间接液化	煤制烯烃	煤制天然气
CO <sub>2</sub> 排放来源	燃烧排放	51	35	33	37
	工艺过程排放	49	65	67	63

## 3 煤化工产业几个关键问题的探讨

双碳目标下煤化工产业当前面临的问题，主要是如何降低生产过程中的碳排放。通过以上的分析，得知煤化工产业碳排放的主要来自于工艺过程排放和用于燃料煤的排放，下面我们从这两个方面进行碳排放分析与探讨。

### 3.1 通过调整工艺路线实现减排

相比石油化工，煤炭组分中碳比例高，是导致工艺过程中二氧化碳排放量大的主要因素。依据煤炭中的碳氢氧的比例，可以采取通过降低产品的氢碳比例，生产含碳量高、含氢量低的产品工艺路线，来降低碳排放。另外，不采用一氧化碳和水反应的工艺，通过其他方式补充氢元素来调节合成气比例，也可以降低碳排放。近年来，通过电解水制氢的技术日趋成熟，采用绿色电能水解制氢，是一种几乎能实现零碳排放的制氢方法。随着制氢技术的成熟及绿电成本的下降，通过电解水制氢与煤液化、煤气化产业相结合的工艺流程，可大幅度降低煤化工在工艺过程中的碳排放。煤液化时所产生的沥青在高温下融变性好，且含硫量低，可用于生产碳纤维材料，从而降低碳排放。

### 3.2 通过外购绿色电力实现减排

煤化工装置碳排放中的燃烧排放，源于自备动力装置的锅炉燃烧，动力装置提供蒸汽和电力，蒸汽用来驱动透平，

并作为气化反应的原料。在煤化工项目中，部分透平可以用电力驱动替代蒸汽驱动，因此可以采用将蒸汽驱动改造为电力驱动，电力则可通过外购电力，逐步实现完全外购新能源电力，从而降低碳排放。工艺过程中所需要的蒸汽，则可以用合成、变换等装置的副产蒸汽，以实现物料平衡。

#### 4 结语

总体来说，在当前的双碳背景下，中国煤化工行业仍然有很大的产业提升空间，煤化工装置的污染物排放还可以进一步降低，尤其是碳排放水平，还可以采取各种措施实现大

幅降低，诸如通过采用外购绿色电能和热能代替燃煤发电，降低项目中动力装置的规模，逐步取消燃煤动力装置等手段都可以实现降低煤化工行业碳排放的目标。

#### 参考文献

- [1] 解京选,狄红旗.中国褐煤资源分布及提质的重要性[J].中国化工贸易,2012,4(1):175-176.
- [2] 季放.发展中国新型煤化工产业若干问题的探讨[J].当代化工,2007(6):275-278.
- [3] 曹武昌.浅谈中国煤化工工程的工艺流程[J].广东科技,2013(Z1):45-46.